Расчет параметров насосного оборудования

Исходные данные:

1. Плотность среды ρ = 550 кг/м3.
2. Расход среды *Q* = 10 м3/ч.
3. Протяженность трубопровода всасывания *L*1 ≈ 10 м.
4. Протяженность трубопровода нагнетания *L*2 ≈ 10 м.
5. Геометрическая высота подъема ($H\_{г}$): 2,04 м.
6. Высота всасывания ($H\_{в}$): 0,6 м.
7. Высота нагнетания ($H\_{н}$): 2,64 м.
8. Общие потери напора во всасывающем и нагнетательном трубопроводе ($ h\_{пот}$): 0,85 м.
9. Давление в сети (*Р*): 1,8 МПа.
10. Давление насыщенных паров среды (*P*н.п.): 1,7 МПа при рабочих условиях (*Р* = 2,0 МПа, *T* = минус 25 °С).
11. Скорость движения среды на всасывании (*v*1): < 1 м/c.
12. Скорость движения среды на нагнетании (*v*2): < 2 м/c.
13. Плотность перекачиваемой среды (ρ): 550 кг/м3.

**ВСАСЫВАНИЕ**

Схема подачи жидкого диоксида углерода из автобойлеров в емкости E-407/4 (наиболее удаленная емкость):



Требуемый диаметр всасывающего трубопровода (D1):

√(4 ∙ Q / v1 / π) = 0,067 м.

Принимается трубопровод Dy65.

Расчетная скорость движения среды на всасывании (*v*1): 0,76 м/c.

Потери напора во всасывающем трубопроводе ($ h\_{в}$):

*h*L1 + Σ*h*м1 – потери по длине трубопровода и на местных сопротивлениях.

Потери по длине трубопровода по формуле Дарси-Вейсбаха

*h*L1 = λ1 ∙ *L*1 ∙ *v*12 / (*D*1 ∙ 2*g*) = 0,10 м,

*где λ1 – коэффициент потерь на трение, равный 0,022.*

Сумма местных сопротивлений

Σhм1 = (Σ*ζ*  ∙ *v*12) / 2*g* = 20 ∙ (0,76)2 / 2 / 9,81 = 0,59 м.

Тогда потери напора во всасывающем трубопроводе $h\_{в}$ = 0,095 + 0,589 = 0,69 м.

$NPSH \_{системы} = \frac{P + P\_{атм.} - Р\_{н.п.}}{ρ∙g}+ H\_{в} - h\_{в} +\frac{v\_{1}^{2}}{2g}= \frac{0}{1055 ∙ 9,81}+ 0,75 - 0,69 +\frac{(0,76)^{2}}{2∙ 9,81} = 0,1 м$

$P + P\_{атм.} - Р\_{н.п.}=0$, т.к. емкость находится под давлением собственных паров.

NPSHсистемы не достаточный, необходимо увеличить высоту всасывания.

Предлагается поднять площадку размещения автобойлеров на 0,9 м (см. схему ниже):



Тогда

$$NPSH \_{системы} = \frac{P + P\_{атм.} - Р\_{н.п.}}{ρ∙g}+ H\_{в} - h\_{в} +\frac{v\_{1}^{2}}{2g}= \frac{0}{1055 ∙ 9,81}+ 1,65 - 0,69 +\frac{(0,76)^{2}}{2∙ 9,81} = 1,0 м$$

NPSHнасоса = NPSHсистемы – 0,5 м.

NPSHнасоса ≤ 0,5 м.

**НАГНЕТАНИЕ**

Требуемый диаметр трубопровода нагнетания (D2):

√(4 ∙ Q / v2 / π) = 0,042 м.

Принимается трубопровод Dy50.

Расчетная скорость движения среды на нагнетании (*v*1): 1,42 м/c.

Потери напора в трубопроводе нагнетания ($ h\_{н}$):

*h*L12 + Σ*h*м2 – потери по длине трубопровода и на местных сопротивлениях.

по формуле Дарси-Вейсбаха

*h*L2 = λ2 ∙ *L*2 ∙ *v*22 / (*D*2 ∙ 2*g*) = 0,97 м,

*где λ2 – коэффициент потерь на трение, равный 0,024.*

*Σhм1 – сумма местных сопротивлений*

(Σ*ζ*  ∙ *v*12) / 2*g* = 25 ∙ (1,42)2 / 2 / 9,81 = 2,57 м.

Тогда потери напора в трубопроводе нагнетания $h\_{н}$ = 0,97 + 2,57 = 3,54 м.

Суммарные потери напора в системе: *h*пот = *h*в + *h*н = 4,23 м.

Требуемый напор насоса составляет:

$H = H\_{г} + h\_{пот} + \frac{v\_{2}^{2} - v\_{1}^{2}}{2g} = 1,14 + 4,23 + = 5,37 $м